

## Exhaust gas recirculation control system and method

**Patent number:** DE19934508  
**Publication date:** 2000-02-10  
**Inventor:** WANAT RICHARD LUIS [US]; DOORENBOS KEITH  
ZWYGHUIZEN [US]; WILLEY JONATHAN [GB]; ULREY  
JOSEPH NORMAN [US]  
**Applicant:** FORD GLOBAL TECH INC [US]  
**Classification:**  
- **international:** F02D21/08; F02M25/07  
- **european:** F02D21/08B  
**Application number:** DE19991034508 19990722  
**Priority number(s):** US19980129521 19980805

**Also published as:**

US6009862 (A)  
GB2340258 (A)

Abstract not available for DE19934508

Abstract of corresponding document: **US6009862**

A system and method for controlling exhaust gas recirculation flow of an internal combustion engine use a feedforward estimate based on throttle position in addition to a feedback term based on a measured pressure differential across an orifice indicative of flow. The throttle position acts as a leading signal thus compensating for inherent delays in the exhaust gas recirculation flow control system.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 34 508 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 02 D 21/08  
F 02 M 25/07

21 Aktenzeichen: 199 34 508.2  
22 Anmeldetag: 22. 7. 1999  
43 Offenlegungstag: 10. 2. 2000

DE 199 34 508 A 1

30 Unionspriorität:  
129521 05. 08. 1998 US

71 Anmelder:  
Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,  
US

74 Vertreter:  
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,  
80538 München

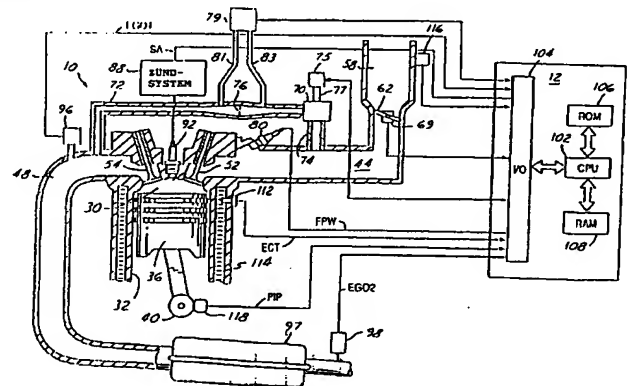
72 Erfinder:  
Wanat, Richard Luis, Southfield, Mich., US;  
Doorenbos, Keith Zwyghuizen, Dearborn, Mich.,  
US; Willey, Jonathan, Purleigh, Essex, GB; Ulrey,  
Joseph Norman, Plymouth, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 System und Verfahren zur Abgasrückführungssteuerung

57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Steuerung des Abgasrückführungsstroms eines Verbrennungsmotors (10), die einen Vorkopplungsschätzwert, der auf der Drosselklappenstellung basiert, zusätzlich zu einem Rückkopplungsglied verwenden, der auf einer an einer Öffnung (76) gemessenen Druckdifferenz basiert, die einen Abgasrückführungsstrom angibt. Die Drosselklappenstellung wirkt als ein Hauptsignal und kompensiert somit inhärente Verzögerungen in dem Abgasrückführungsströmungssteuerungssystem.



DE 199 34 508 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuersystem für die Abgasrückführung (AGR- bzw. EGR-Steuersystem) für einen Verbrennungsmotor, bei dem ein Differenzdruckströmungssignal und ein Drosselklappenstellungssignal verwendet werden.

Motorsteuerungssysteme benötigen eine exakte Steuerung der Abgasrückführung (AGR bzw. EGR) zur Steuerung geregelter Emissionen und zur Erzielung von Verbesserungen der Kraftstoffeinsparung. Eine Art von Abgasrückführungssystem führt das Abgas außerhalb des Motors von dem Abgaskrümmen zum dem Ansaugkrümmen zurück, wobei ein steuerbares Ventil in dem Strömungsweg zwischen dem Abgaskrümmen und dem Ansaugkrümmen angeordnet ist. Typischerweise wird das Ventil pneumatisch betätigt und von einem elektronischen Motorsteuergerät angesteuert.

Eine Möglichkeit zur Steuerung des Ventils liegt darin, ein Signal auf der Basis einer Drosselklappenstellung zu erzeugen. In einem solchen System wird die Drosselklappenstellung als eine Eingangsinformation für zwei parallele Filter benutzt. Das erste Filter arbeitet als ein Differenziergerät und das zweite Filter arbeitet als ein Nachführungsfilter mit festgelegter Rate. Folglich steuert das Differenzierungsfilter meistens das Abschalten des Ventils, während das zweite Filter meistens die Zeitdauer bestimmt, in der das Ventil abgeschaltet bzw. geschlossen bleibt. Ein derartiges System ist in dem US-Patent 5,533,489 beschrieben.

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung des Abgasrückführungsstroms liegt darin, eine Rückkopplungs-Variable zu verwenden, um zu gewährleisten, daß sich der tatsächliche Abgasrückführungsstrom dem gewünschten Abgasrückführungsstrom nähert. Bei einem Verfahren wird ein Differenzdruck verwendet, der quer über eine Öffnung in dem Abgasstromweg gemessen wird. Dann kann der Differenzdruck dazu benutzt werden, den tatsächlichen Abgasrückführungsstrom abzuleiten. Schließlich wird ein Fehler (Sollwert-Abweichung) zwischen dem tatsächlichen und dem gewünschten Abgasrückführungsstrom dazu benutzt, ein Steuersignal zu erzeugen, das dem Stellglied übermittelt wird. Somit kann das System die Auswirkungen der Alterung des Motors und der Bauteile sowie auch andere Fehler in dem System ausgleichen. Ein derartiges System ist in dem US-Patent 5,190,017 offenbart.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben mehrere Nachteile bei den oben genannten Systemen erkannt. Zum Beispiel werden die oben beschriebenen Drosselklappenstellungsfilter zur Steuerung eines Ventils verwendet, das nur einfach ein- oder ausgeschaltet ist. Auch unterscheidet das Differenzierungsfilter nicht zwischen öffnender und schließender Drosselklappenstellung. Dies ist eine wichtige Eigenschaft, weil die meisten Abgasrückführungsventile ein asymmetrisches Verhalten besitzen. Typischerweise wird sich das Ventil viel schneller schließen als daß es sich öffnet.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur genaueren Steuerung der Abgasrückführung in einem Verbrennungsmotor vorzusehen.

Die oben genannte Aufgabe wird erzielt und die Nachteile der bereits bekannten Möglichkeiten werden überwunden durch ein Verfahren zur Steuerung der Abgasrückführung in einem Verbrennungsmotor mit einer Drosselklappe, einem Abgasrückführungssteuerventil und einem Differenzdruck, der an einer Öffnung gemessen wird. Das Verfahren umfaßt das Messen eines Differenzdrucks an einer Öffnung, wobei dieser Differenzdruck einen Abgasrückführungsstrom anzeigt, das Ermitteln einer Drosselklappenstellung der Drosselklappe, das Filtern der Drosselklappenstellung

mit einem ersten Tiefpaßfilter, wenn sich die Drosselklappenstellung öffnet, und das Filtern der Drosselklappenstellung mit einem zweiten Tiefpaßfilter, wenn sich die Drosselklappenstellung schließt, das Erzeugen eines gewünschten Abgasrückführungsstroms auf der Grundlage einer Motorlast, einer Motordrehzahl und des Luftdrucks, das Erzeugen eines Fehlersignals aus einem Unterschied zwischen dem gemessenen Abgasrückführungsstrom und dem gewünschten Abgasrückführungsstrom, Produzieren eines Betätigungssignals für das Abgasrückführungssteuerventil auf der Grundlage dieses Fehlers, und Erzeugen eines abgeglichenen Betätigungssignals durch das Addieren einer Funktion aus der gefilterten Drosselklappenstellung und dem Luftdruck zu dem Betätigungssignal.

Durch die Rückkopplungs-Regelung in Kombination mit einer Vorwärtsregelung (Vorkopplungseinstellung; feedforward adjustment) auf der Grundlage der Drosselklappenstellung, wobei sowohl die Größe als auch die Richtung der Drosselklappenstellungsänderung verwendet werden, ist das Abgasrückführungssteuerungssystem in der Lage, mit dem Ergreifen des richtigen Maßes an Aktion zu beginnen, um die Stellung des Abgasrückführungsventils einzustellen, bevor sich die Motorbetriebsbedingungen ändern. Mit anderen Worten, die Drosselklappenstellung wird als ein Hauptindikator für zukünftige Motorbetriebsbedingungen verwendet. Aufgrund der inhärenten Verzögerungen in dem Abgasrückführungssystem wird der Zeitpunkt, an dem das Abgasrückführungsventil seine Position ändert, im wesentlichen der gleiche Zeitpunkt sein, an dem sich die Motorbetriebsbedingungen tatsächlich ändern. Somit wird der tatsächliche Betrag an Abgasrückführung, der dem Motor zugeführt wird, näher an dem gewünschten Betrag an Abgasrückführung liegen, selbst während langer Übergänge bei den Motorbetriebsbedingungen. Dann kann jeglicher Fehler in den Berechnungen der Vorwärtsregelung (Vorkopplungsberechnungen) durch die Messung der tatsächlichen Abgasrückführung ausgeglichen werden.

Ein Vorteil der oben genannten Ausführungsform der Erfindung ist die verbesserte Abgasregulierung.

Ein weiterer Vorteil der oben genannten Ausführungsform der Erfindung ist die verbesserte Kraftstoffwirtschaftlichkeit.

Weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden von dem Leser der Beschreibung ohne weiteres klar erkannt werden.

Die Aufgabe und die hier beschriebenen Vorteile werden in Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel, bei dem die Erfindung vorteilhafterweise verwendet wird, unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen besser verständlich. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Motors, bei dem die Erfindung vorteilhafterweise verwendet wird, und

Fig. 2-3 grobe Ablaufdiagramme verschiedener Vorgänge, die von einem Teil des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels durchgeführt werden.

Ein Verbrennungsmotor 10, der eine Vielzahl von Zylindern umfaßt, von denen ein Zylinder in Fig. 1 gezeigt ist, wird von dem elektronischen Motorsteuergerät 12 gesteuert. Der Motor 10 umfaßt einen Brennraum 30 und Zylinderwände 32, wobei ein Kolben 32 darin positioniert und mit einer Kurbelwelle 40 verbunden ist. Der Brennraum 30 ist in der Figur mit dem Ansaugkrümmen 44 und dem Abgaskrümmen 48 über jeweils ein Einlaßventil 52 und ein Auslaßventil 54 verbunden. Der Ansaugkrümmen 44 ist in der Zeichnung mit dem Drosselklappengehäuse 58 über eine Drosselklappenplatte 62 verbunden. Ein Drosselklappenschalter 69 ermittelt die Stellung der Drosselklappenplatte 62. Der Abgaskrümmen 48 ist mit einem Abgasrückfüh-

rungsventil 70 über ein Abgasrückführungsrohr 72 gekoppelt dargestellt. Das Abgasrückführungsventil 70 ist über das Rohr 74 auch mit dem Ansaugkrümmer 44 verbunden. Das Abgasrückführungsventil 70, das in diesem Beispiel ein pneumatisches, unterdruckbetätigtes Ventil ist, ist über ein Unterdruckrohr 77 auch mit einem elektronisch gesteuerten Unterdruckregler 75 gekoppelt. Das Abgasrückführungsrohr 72 besitzt eine Öffnung 76 zur Strömungsdrosselung. Außerdem ist das Rohr 72 über Rohre 81 und 83 auch mit dem Differenzdrucksensor 79 gekoppelt. Das Rohr 81 befindet sich stromaufwärts von der Öffnung 76, während sich das Rohr 83 stromabwärts von der Öffnung 76 befindet.

Mit dem Ansaugkrümmer 44 ist auch das Kraftstoff-Einspritzventil 80 gekoppelt, um flüssigen Kraftstoff entsprechend der Impulsbreite des Signals FPW von dem Steuergerät 12 zuzuführen. Der Kraftstoff wird dem Kraftstoff-Einspritzventil 80 von einem herkömmlichen Kraftstoffsystem (nicht gezeigt) zugeführt, das einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe und einen Kraftstoffverteiler (nicht gezeigt) umfaßt. Alternativ dazu kann der Motor so ausgelegt sein, daß der Kraftstoff direkt in den Zylinder des Motors eingespritzt wird, was den Fachleuten auf diesem Gebiet als Motor mit Direkteinspritzung bekannt ist.

Herkömmliche verteillose Zündsysteme 88 liefern den Zündfunken für den Brennraum 30 über eine Zündkerze 92 in Reaktion auf das Steuergerät 12. Eine Zwei-Zustands-Lambda-Sonde 96 ist mit dem Abgaskrümmer 48 stromaufwärts von einem Katalysator 97 verbunden. Eine Zwei-Zustands-Lambda-Sonde 98 ist mit dem Abgaskrümmer 48 stromabwärts von dem Katalysator 97 verbunden. Die Sonde 96 liefert ein Signal EGO1 an das Steuergerät 12, welches das Signal EGO1 in ein Zwei-Zustands-Signal EGO1S umwandelt. Ein Hochspannungszustand des Signals EGO1S zeigt an, daß die Abgase unter einem Referenz-Luft-Kraftstoff-Verhältnis liegen, und ein Niederspannungszustand des umgewandelten Signals EGO1 zeigt an, daß die Abgase über dem Referenz-Luft-Kraftstoff-Verhältnis liegen. Der Sensor 98 liefert ein Signal EGO2 an das Steuergerät 12, welches das Signal EGO2 in ein Zwei-Zustands-Signal EGO2S umwandelt. Ein Hochspannungszustand des Signals EGO2S zeigt an, daß die Abgase unter einem Referenz-Luft-Kraftstoff-Verhältnis liegen, und ein Niederspannungszustand des umgewandelten Signals EGO2S gibt an, daß die Abgase über dem Referenz-Luft-Kraftstoff-Verhältnis liegen.

Das Steuergerät 12 ist in der Fig. 1 als ein herkömmlicher Mikrocomputer dargestellt, der folgendes umfaßt: eine Mikroprozessoreinheit (CPU) 102, Eingabe-/Ausgabe-Anschlüsse 104, einen ROM-Speicher (Festwertspeicher) 106, einen RAM-Speicher (Schreib-Lese-Speicher) 108, und einen herkömmlichen Datenbus. Das Steuergerät 12 empfängt zusätzlich zu den oben genannten Signalen verschiedene Signale von den Sensoren, die mit dem Motor 10 gekoppelt sind, einschließlich der Motorkühlmitteltemperatur (ECT) von dem Temperaturfühler 112, der mit dem Kühlmantel 114 verbunden ist, eine Messung der Luftmasse (MAF) von dem Luftmassenmesser 116, der mit dem Drosselklappengehäuse 58 gekoppelt ist, und ein Zündimpulssignal (profile ignition pickup signal PIP) von dem Hallgeber 118, der mit der Kurbelwelle 40 verbunden ist.

Zusätzlich sendet das Steuergerät 12 ein Steuersignal an den Unterdruckregler 75, der wiederum einen Unterdruck reguliert, der geschickt wird, um die Stellung des Abgasrückführungsventils 70 zu steuern. Das Steuergerät 12 erhält auch ein Signal von dem Differenzdrucksensor 79, der auf der Grundlage des Druckes, der durch die Rohre 81 und 83 gemessen wird, einen Abgasrückführungsstrom durch die Öffnung 76 angibt.

Nun wird Bezug auf Fig. 2 genommen, die ein Ablaufdiagramm einer Routine ist, die von dem Steuergerät 12 durchgeführt wird, um ein Abgasrückführungsventil-Betätigungssignal zu erzeugen. Im Schritt 210 wird der gewünschte Abgasrückführungsstrom (EGRATE), der als ein Prozentsatz des gesamten Stroms, der den Motor betritt, ausgedrückt wird, als eine Funktion der Motordrehzahl (RPM), der Last und des barometrischen (oder atmosphärischen) Drucks (BP) berechnet, wie in dem US-Patent 5,515,833 beschrieben ist, auf das hier ausdrücklich Bezug genommen wird. Dann wird in Schritt 212 der Differenzdrucksensor 79 abgelesen. Dann wird in Schritt 214 die Differenzdruckmessung unter Verwendung einer Kalibriertabelle in einen tatsächlichen Abgasrückführungsstrom (EGR\_ACT) umgewandelt. Die Kalibriertabelle basiert auf der empirischen Beziehung zwischen dem Druckabfall an einer Öffnung und der Menge an Gas, das durch die Öffnung strömt, wie es den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt ist. Außerdem kann die Kalibriertabelle auch andere Faktoren berücksichtigen, wie zum Beispiel eine Abgastemperatur, wie sie von einem Abgastemperaturfühler gemessen wird, oder ein Abgastemperaturmodell und andere Parameter, die den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt sind und die in dieser Offenbarung vorgeschlagen werden.

Wie weiter in Fig. 2 zu sehen ist, wird in Schritt 216 ein Steuerfehler (ERROR) berechnet, indem der tatsächliche Abgasrückführungsstrom (EGR\_ACT) von dem gewünschten Abgasrückführungsstrom (EGRATE) subtrahiert wird. Dann wird in Schritt 218 ein Rückkopplungs-Glied (EGR\_FB) auf der Basis des ERROR-Signals berechnet. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist diese Funktion ein Regler, der den Fachleuten auf diesem Gebiet als ein Duokompensator (lead-lag compensator) bekannt ist. Aber es kann jeder Regler verwendet werden, wie z. B. ein Proportionalplus-Integral-Regler. Dann wird in Schritt 220 ein Vorkopplungs-Glied (EGR\_FF) als eine Funktion einer gefilterten Drosselklappenstellung (TP), die später unter spezieller Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben werden wird, eines atmosphärischen Drucks (BP) und eines Verstärkungsfaktors (K) berechnet. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann der Verstärkungsfaktor (K) eine Funktion einer gefilterten Drosselklappenstellung (TP) sein. Dann wird in Schritt 222 das Betätigungssignal EGR\_DC, das dem Unterdruckregler 75 zugeführt wird, als die Summe der Signale EGR\_FB und EGR\_FF berechnet.

Die Routine zum Erzeugen der gefilterten Drosselklappenstellung (TP) wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. In Schritt 310 wird der Drosselklappenschalter 69 abgelesen, um das Signal TP zu schaffen. Dann wird in Schritt 312 die Änderung im Signal TP berechnet, um zu bestimmen, ob sich die Drosselklappenplatte 62 öffnet oder schließt, wobei die Ableitung

$$\left( \frac{d(TP)}{dt} \right)$$

verwendet wird. Dann wird in Schritt 314 bestimmt, ob die Ableitung ansteigt oder abfällt. Wenn sie ansteigt, dann wird das Signal TP in Schritt 316 zur Bildung des Signals TP mit einem Tiefpaßfilter erster Ordnung gefiltert, der eine Zeitkonstante ( $\tau_1$ ) aufweist, wobei der Filter erster Ordnung die Form aufweist, die den Fachleuten auf diesem Gebiet als

$$\left( \frac{1}{\tau_1 s + 1} \right)$$

bekannt ist. Aber wenn die Ableitung abfällt, wird das Si-

gnal TP in Schritt 318 zur Bildung des Signals  $\overline{TP}$  mit einem Tiefpaßfilter erster Ordnung gefiltert, der eine Zeitkonstante ( $\tau_2$ ) besitzt, wobei der Filter erster Ordnung die Form aufweist, die den Fachleuten auf diesem Gebiet als

$$\left( \frac{1}{\tau_2 s + 1} \right)$$

bekannt ist. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Zeitkonstante  $\tau_1$  höher als die Zeitkonstante  $\tau_2$ . Mit anderen Worten, das Tiefpaßfilter mit  $\tau_1$  besitzt eine niedrigere Grenzfrequenz als das Tiefpaßfilter mit  $\tau_2$ . Außerdem können anstelle der genannten Filter alle anderen Filter verwendet werden, die den Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt sind und die es dem Signal erlauben, eine höhere Bandbreite zu haben, wenn es abfällt, als wenn es ansteigt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Abgasrückführung in einem Verbrennungsmotor mit einer Drosselklappe und einem Abgasrückführungssteuerungssystem, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch: das Abtasten eines Abgasrückführungsstroms, das Erzeugen eines ersten Signals, wenn sich die Drosselklappe öffnet, das Erzeugen eines zweiten Signals, wenn sich die Drosselklappe schließt, das Erzeugen eines gewünschten Abgasrückführungsstroms auf der Basis einer Motorlast, einer Motordrehzahl (RPM) und des Luftdrucks (BP), das Erzeugen eines Fehlersignals (ERROR) aus einer Differenz zwischen dem gemessenen Abgasrückführungsstrom und dem gewünschten Abgasrückführungsstrom, das Erzeugen eines Betätigungssignals für das Abgasrückführungssteuerventil auf der Grundlage des Fehlers, und das Erzeugen eines abgeglichenen Betätigungssignals durch Addieren des ersten Signals und des Luftdrucks zu dem Betätigungssignal, wenn sich die Drosselklappe öffnet, und das Addieren des zweiten Signals und des Luftdrucks zu dem Betätigungssignal, wenn sich die Drosselklappe schließt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgasrückführungssystem außerdem ein Abgasrückführungssteuerventil (70), ein zwischen einem Ansaugkrümmer (44) und einem Abgaskrümmer (48) angeschlossenes Rohr (72) und eine Öffnung (76) dazwischen umfaßt, wobei der Schritt des Abtastens eines Abgasrückführungsstroms außerdem den Schritt des Ermittlens eines Differenzdrucks an der Öffnung (76) umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Erzeugens des ersten Signals außerdem den Schritt des Ermittlens einer Drosselklappenstellung und das Erzeugen des ersten Signals durch Filtern der ermittelten Drosselklappenstellung mit einem ersten Tiefpaßfilter umfaßt, wenn sich die Drosselklappe öffnet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Erzeugens des zweiten Signals außerdem den Schritt des Ermittlens einer Drosselklappenstellung und das Erzeugen des zweiten Signals durch das Filtern der ermittelten Drosselklappenstellung mit einem zweiten Tiefpaßfilter umfaßt, wenn sich die Drosselklappe schließt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

net, daß es außerdem den Schritt des Einstellens des ersten Tiefpaßfilters bei einer niedrigeren Grenzfrequenz als den zweiten Tiefpaßfilter umfaßt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem den Schritt des Darstellens des gewünschten Abgasrückführungsstroms als einen Prozentsatz eines gesamten Gasstroms durch den Motor (10) umfaßt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es außerdem den Schritt des Darstellens der Drosselklappenstellung als eine relative Drosselklappenstellung umfaßt, die relativ zu einer geschlossenen Drosselklappenstellung gemessen wird.

8. Abgasrückführungssteuerungssystem für einen Verbrennungsmotor (10) mit einem Ansaugkrümmer (44) und einem Abgaskrümmer (48), wobei das System gekennzeichnet ist durch:

eine Drosselklappe, die in dem Ansaugkrümmer (44) des Motors (10) angeordnet ist, ein Abgasrückführungsrohr (72), das zwischen dem Ansaugkrümmer (44) und dem Abgaskrümmer (48) des Motors (10) angeschlossen ist, ein Abgasrückführungssteuerventil (70), das sich in dem Rohr (72) befindet, eine Öffnung (76), die sich in dem Rohr (72) stromaufwärts von dem Abgasrückführungssteuerventil (70) befindet, einen Differenzdrucksensor (79) zum Messen eines Differenzdrucks an der Öffnung (76), der einen Abgasrückführungsstrom angibt, und ein elektronisches Motorsteuergerät (12) zum Ablesen des Differenzdruckssensors (79), zum Ermitteln einer Drosselklappenstellung der Drosselklappe, zum Filtern der Drosselklappenstellung mit einem ersten Tiefpaßfilter, wenn sich die Drosselklappenstellung öffnet, und zum Filtern der Drosselklappenstellung mit einem zweiten Tiefpaßfilter, wenn sich die Drosselklappenstellung schließt, wobei das erste Tiefpaßfilter eine niedrigere Grenzfrequenz als das zweite Tiefpaßfilter aufweist, zum Erzeugen eines gewünschten Abgasrückführungsstroms auf der Basis einer Motorlast, einer Motordrehzahl (RPM) und des Luftdrucks (BP), zum Erzeugen eines Fehlersignals (ERROR) aus einer Differenz zwischen dem abgelesenen Abgasrückführungsstrom und dem gewünschten Abgasrückführungsstrom, zum Erzeugen eines Betätigungssignals für das Abgasrückführungssteuerventil (70) auf der Basis dieses Fehlers, zum Erzeugen eines abgeglichenen Betätigungssignals durch Addieren einer Funktion der gefilterten Drosselklappenstellung und des Luftdrucks (BP) zu dem Betätigungssignal, und zum Senden des abgeglichenen Betätigungssignals zu dem Abgasrückführungssteuerventil (70).

9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgasrückführungssteuerventil (70) ein pneumatisch betätigtes Ventil ist.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das pneumatische Abgasrückführungssteuerventil (70) außerdem einen elektronisch gesteuerten Unterdruckregler (75) zum Steuern einer Ventilposition des pneumatischen Abgasrückführungssteuerventils (70) aufweist.

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der elektronisch gesteuerte Unterdruckregler (75) ein elektrisches Signal in einen Steuerunterdruck umwandelt.

12. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (12) den abgelesenen Differenzdrucksensor mit einem dritten Tiefpaßfilter filtert.

13. Abgasrückführungssteuerungssystem für einen  
Verbrennungsmotor (10) mit einem Ansaugkrümmer  
(44) und einem Abgaskrümmer (48), wobei das System  
gekennzeichnet ist durch:  
eine Drosselklappe, die in dem Ansaugkrümmer (44) 5  
des Motors (10) angeordnet ist,  
ein pneumatisches Abgasrückführungsrohr (72), das  
zwischen dem Ansaugkrümmer (44) und dem Abgas-  
krümmer (48) des Motors (10) angeschlossen ist,  
einen elektronisch gesteuerten Unterdruckregler (75) 10  
zum Steuern einer Ventilposition des pneumatischen  
Abgasrückführungssteuerventils (70) durch Umwan-  
deln eines elektrischen Signals in einen Unterdruck,  
ein Abgasrückführungssteuerventil (70), das sich in  
dem Rohr (72) befindet, 15  
eine Öffnung (76), die sich in dem Rohr (72) stromauf-  
wärts von dem Abgasrückführungssteuerventil (70) be-  
findet,  
einen Differenzdrucksensor (79) zum Messen eines  
Differenzdrucks an der Öffnung (76), der einen Abgas- 20  
rückführungsstrom angibt, und  
ein elektronisches Motorsteuergerät (12) zum Ablesen  
des Differenzdruckssensors (79), zum Filtern des abge-  
lesenen Differenzdruckssensors mit einem ersten Tief-  
paßfilter, zum Ermitteln einer Drosselklappenstellung 25  
der Drosselklappe, zum Filtern der Drosselklappenstel-  
lung mit einem zweiten Tiefpaßfilter, wenn sich die  
Drosselklappenstellung öffnet, und zum Filtern der  
Drosselklappenstellung mit einem dritten Tiefpaßfilter,  
wenn sich die Drosselklappenstellung schließt, wobei 30  
das zweite Tiefpaßfilter eine niedrigere Grenzfrequenz  
als das dritte Tiefpaßfilter aufweist, zum Erzeugen ei-  
nes gewünschten Abgasrückführungsstroms auf der  
Basis einer Motorlast, einer Motordrehzahl(RPM) und  
des Luftdrucks (BP), zum Erzeugen eines Fehlersi- 35  
gnals (ERROR) aus einer Differenz zwischen dem ab-  
gelesenen Abgasrückführungsstrom und dem ge-  
wünschten Abgasrückführungsstrom, zum Erzeugen  
eines Betätigungssignals für das Abgasrückführungs-  
steuerventil (70) auf der Basis dieses Fehlers, zum Er- 40  
zeugen eines abgeglichenen Betätigungssignals durch  
Addieren einer Funktion der gefilterten Drosselklap-  
penstellung zu dem Betätigungssignal, und zum Sen-  
den des abgeglichenen Betätigungssignals zu dem Un-  
terdruckregler (75). 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

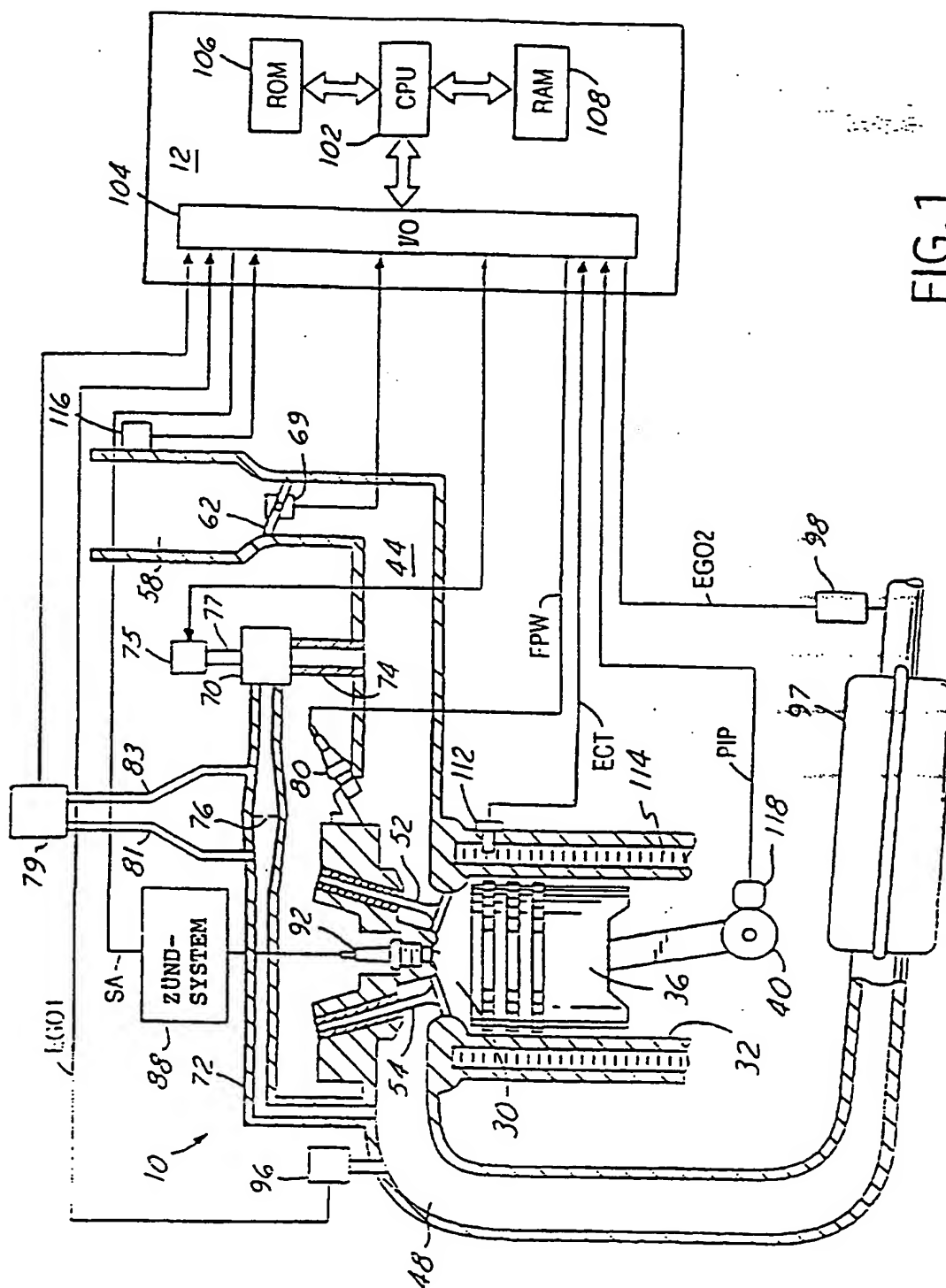


FIG. 1

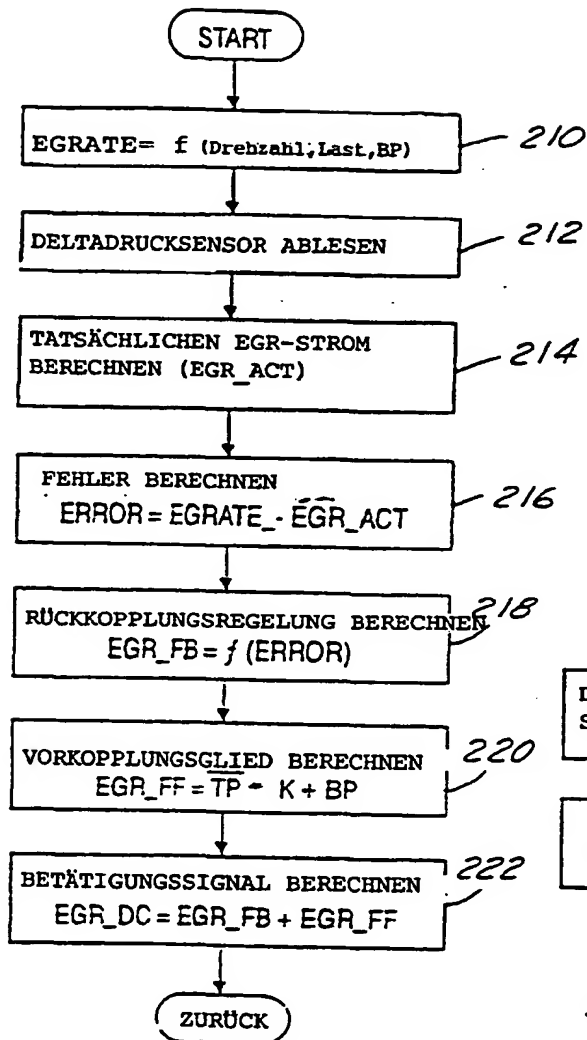


FIG. 2

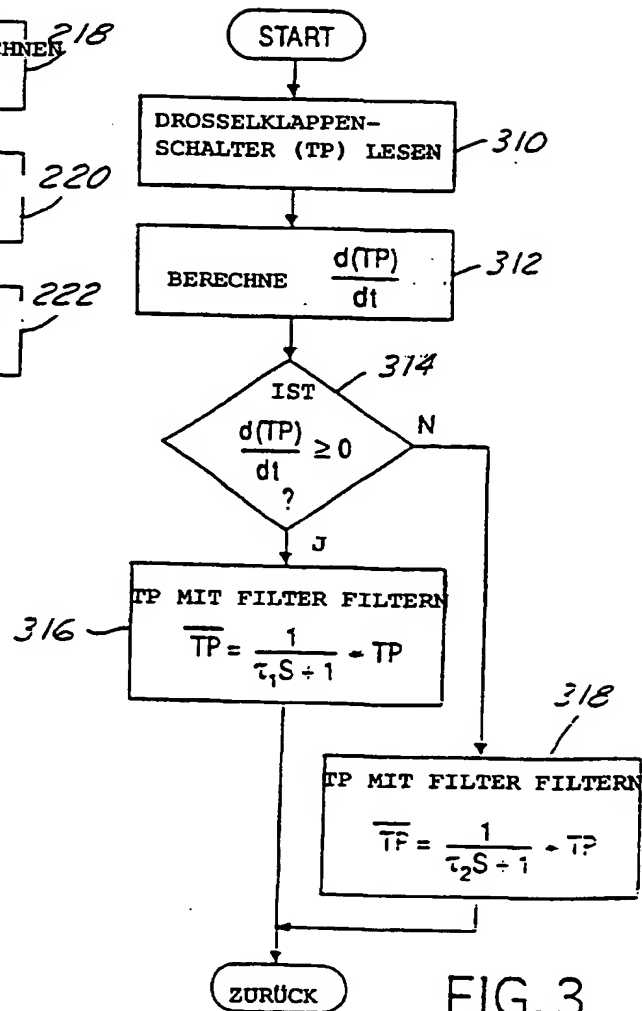


FIG. 3